

PENERAPAN METODE FUZZY ANALYTICAL HIERARCHI PROCESS UNTUK PEMILIHAN SUPPLIER BATIK MADURA

Wahyudi Setiawan^{1*}, Reny Pujiastutik²

^{1,2}Prodi Manajemen Informatika, Universitas Trunojoyo Madura
Jl. Raya Telang PO BOX 2, Kamal, Bangkalan, Jawa Timur 69162

*wsetiawan@trunojoyo.ac.id

ABSTRAK

Sebuah perusahaan lazimnya memiliki beberapa supplier untuk kebutuhan produksinya. Supplier dibutuhkan untuk menjaga produksi tetap berjalan sesuai dengan tujuan utama produksi. Pemilihan supplier termasuk hal yang penting bagi perusahaan. Pemilihan supplier bertujuan untuk menurunkan biaya pembelian dan meningkatkan daya saing perusahaan. Pada penelitian ini dibangun sebuah sistem pemilihan supplier yang diimplementasikan pada sebuah perusahaan batik Madura. Jumlah supplier yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 15. Kriteria yang digunakan sebanyak 13, diantaranya yaitu cara pembayaran, harga, diskon, jumlah pengiriman, waktu pengiriman, kecepatan tanggap, komunikasi, informasi produk, layanan komplain, kualitas produk, tingkat kecacatan, biaya transportasi dan jenis transportasi. Metode *Fuzzy Analytical Hierarchi Process* (FAHP) digunakan untuk mendapatkan hasil ranking pemilihan supplier. Metode FAHP merupakan gabungan antara metode *Fuzzy* dan AHP. Metode *Fuzzy* digunakan untuk variabel ketidakpastian yang bersifat kualitatif, sedangkan metode AHP mempertimbangkan karakteristik kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan prosentase akurasi sebesar 80% jika dibandingkan dengan perhitungan manual.

Kata kunci: Fuzzy Analytical Hierarchi Process (FAHP), Supplier, Batik Madura

ABSTRACT

A company typically has several suppliers for its production needs. Suppliers are required to maintain the production continues. Supplier selection is the important thing for the company. Supplier selection aims to reduce purchasing costs and improve the competitiveness of a company. In this study, a system supplier selection is implemented on a company of Batik Madura. The number of suppliers used in this study are 15. The criteria used are 13 i.e the method of payment, prices, discounts, delivery quantity, delivery time, responsiveness, communication, product information, service complaints, product quality, level of disability, the cost of transport and modes of transport. Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) is used to get the rank of supplier selection. FAHP method is a combination of Fuzzy and AHP. Fuzzy used for the uncertainty of qualitative variables, whereas AHP consider qualitative and quantitative characteristics. The results showed an accuracy of 80% when compared to manual calculation.

Keywords : Fuzzy Analytical Hierarchi Process (FAHP), Supplier, Batik Madura

PENDAHULUAN

Supplier merupakan salah satu stakeholder di sebuah perusahaan. Supplier dipilih berdasarkan pada kriteria-kriteria yang telah ditetapkan perusahaan. Pemilihan supplier penting dilakukan dengan tujuan meminimalkan biaya pengeluaran dan meningkatkan daya saing. Saat ini, di CV. Sumber Arafat sebagai salah satu perusahaan

batik Madura telah memiliki beberapa calon supplier di setiap produksi batiknya. Hingga saat ini, perusahaan masih belum menggunakan standar tertentu untuk menentukan supplier yang akan dipilih..

Pada penelitian ini terdapat 15 (lima belas) calon supplier terbatas pada supplier kain. Tujuan akhirnya adalah memilih 5 (lima) supplier kain dengan nilai terbaik yang

didapatkan dari 13 (tiga belas) kriteria, diantaranya cara pembayaran, harga, diskon, kecepatan tanggap, komunikasi, informasi produk, layanan komplain, jumlah pengiriman, waktu pengiriman, kualitas produk, tingkat kecacatan, jenis transportasi dan waktu transportasi.

Pada penelitian ini, pemilihan supplier menggunakan metode Fuzzy AHP. Metode AHP dipilih karena penerapan metode tersebut digunakan sebagai pengambil keputusan dengan banyak kriteria yang sifatnya subyektif. Namun, kelemahannya adalah pengambil keputusan dihadapkan pada kesulitan penentuan bobot kriteria. Untuk mengatasi kelemahan ini, digunakan metode Fuzzy.

METODE

Analytical Hierarchy Process

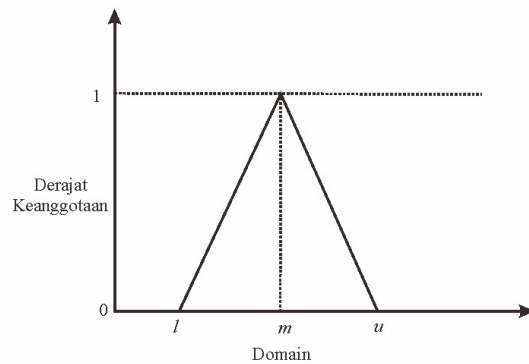
Metode AHP pertama kali dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1980. Metode ini merupakan kerangka untuk mengambil keputusan dengan efektif terhadap persoalan kompleks dengan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan. Proses yang terdapat dalam perhitungan AHP adalah memasukkan nilai matrik, normalisasi matrik, input bobot supplier, mengalikan prioritas kriteria dengan lokal prioritas supplier (Saaty, 1998).

Fuzzy Analytical Hierarchy Process

FAHP merupakan gabungan dari metode AHP dengan pendekatan konsep fuzzy. FAHP menutup kelemahan yang terdapat pada AHP, yaitu permasalahan terhadap kriteria yang memiliki sifat subyektif lebih banyak. Ketidakpastian bilangan direpresentasikan dengan urutan skala.

Derajat keanggotaan dan skala fuzzy segitiga

Penentuan derajat keanggotaan FAHP yang dikembangkan oleh Chang menggunakan fungsi keanggotaan segitiga (*Tringular Fuzzy Number* / TFN). Fungsi keanggotaan segitiga merupakan gabungan antara dua garis (linear). Grafik fungsi keanggotaan segitiga digambarkan dalam bentuk kurva segitiga seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Fungsi keanggotaan segitiga

Chang mendefinisikan nilai intensitas AHP ke dalam skala *fuzzy* segitiga yaitu membagi tiap himpunan fuzzy dengan dua (2), kecuali untuk intensitas kepentingan satu (1). Skala fuzzy segitiga yang digunakan Chang dapat dilihat pada Tabel 1. (Chang, 1996)

Tabel 1. Skala Nilai *Fuzzy* Segitiga

Skala AHP	TFN	TFN Inverse
1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

Langkah Kerja Fuzzy AHP

Adapun langkah kerja Fuzzy Analytical Hierarchy Process adalah : (Chang, 1996)

- Membuat struktur hirarki masalah yang akan diselesaikan dan menentukan perbandingan matriks berpasangan antar kriteria dengan skala Triangular Fuzzy Number (TFN).
- Menentukan nilai *synthetic extend* (Si), nilai Si yang berhubungan dengan obyek ke-i direpresentasikan sebagai :

$$Si = \sum_{j=1}^m M_i^j \times \frac{1}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m M_i^j} \quad (1)$$

Untuk memperoleh $\sum_{j=1}^m M_i^j$, dilakukan operasi penjumlahan fuzzy dari m dengan *particular matrix* :

$$\sum_{j=1}^m M_i^j = \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \quad (2)$$

Kemudian untuk mendapatkan $\frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij}^l}$, dilakukan operasi fuzzy dari nilai M_{ij}^l ($j=1,2,\dots,m$) :

$$\frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij}^l} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i \cdot \sum_{j=1}^m m_i \cdot \sum_{l=1}^n l_i} \quad (3)$$

dimana :

M = objek (kriteria, subkriteria, atau alternatif),

i = baris ke- i ,

j = kolom ke- j ,

l = nilai *lower*,

m = nilai *medium*,

u = nilai *upper*.

c. Menentukan nilai Vektor (V) dan nilai ordinat defuzzifikasi (d'), jika hasil yang diperoleh pada setiap matrik fuzzy, $M_2 \geq M_1$ ($M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ dan $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$) maka nilai vektor dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup[\min(\mu_{M_1}(x), \min(\mu_{M_2}(y)))]$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, \text{ if } m_2 \geq m_1, \\ 0, \text{ if } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, \text{ lainnya} \end{cases} \quad (4)$$

Jika hasil nilai fuzzy lebih besar dari k , M_i , ($i=1,2,3,\dots,k$) maka nilai vektor dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V(M \geq M_1) \text{ dan } V(M \geq M_2) \text{ dan } V(M \geq M_k) = \min V(M \geq M_i) \quad (5)$$

$$\text{Asumsikan bahwa } d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (6)$$

Untuk $k = 1,2,\dots,n$; $k \neq i$, maka diperoleh nilai bobot vector

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (7)$$

dimana $A_i = 1,2,\dots,n$ adalah vektor fuzzy (W).

d. Normalisasi nilai bobot vektor fuzzy (W) setelah dilakukan normalisasi dari persamaan (2 – 6) maka nilai bobot vektor yang ternormalisasi adalah seperti rumus berikut :

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (8)$$

Langkah-langkah Penyelesaian

1. Tentukan calon supplier yang akan dinilai. Pada penelitian ini terdapat 15 supplier. S1 hingga S15

2. Tentukan Kriteria.

Tabel 2. Tabel Kriteria

No	Kriteria	Kode
1	Cara pembayaran	CP
2	Harga	H
3	Diskon	D
4	Kecepatan Tanggap	KT
5	Komunikasi	K
6	Informasi Produk	IP
7	Layanan Komplain	LK
8	Jumlah Pengiriman	JP
9	Waktu Pengiriman	WP
10	Kualitas Produk	KP
11	Tingkat Kecacatan	TK
12	Jenis Transportasi	JT
13	Waktu Transportasi	WT

3. Tentukan matrik kriteria berpasangan
Matrik kriteria berpasangan merupakan tahap untuk melakukan penentuan tingkat kepentingan antara satu kriteria dengan kriteria lain.

Tabel 3. Matriks perbandingan kriteria berpasangan

	CP	H	D	...	TK	BT	JT
CP	1,00	0,33	0,50	...	1,00	0,50	1,00
H	3,00	1,00	2,00	...	3,00	2,00	3,00
D	2,00	0,50	1,00	...	2,00	1,00	2,00
...
TK	1,00	0,33	0,50	...	1,00	0,50	1,00
BT	2,00	0,50	1,00	...	2,00	1,00	2,00
JT	1,00	0,33	0,50	...	1,00	0,50	1,00
jml	23,00	6,98	13,00	...	23,00	13,00	23,00

4. Buat matriks normalisasi matriks yang didapatkan dari nilai perbandingan kriteria berpasangan dibagi jumlah nilai kolom. Untuk normalisasi matriks dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Normalisasi perbandingan kriteria berpasangan

	CP	H	...	JT	JML	RATA
CP	0,0435	0,0477	...	0,0435	0,5528	0,0425
H	0,1304	0,1432	...	0,1304	1,8283	0,1406
D	0,0870	0,0716	...	0,0870	1,0446	0,0804
...
TK	0,0435	0,0473	...	0,0435	0,5567	0,0428

BT	0,0870	0,0716	...	0,0870	1,0446	0,0804
JT	0,0435	0,0473	...	0,0435	0,5567	0,0428
						1,0000

5. Tentukan matriks perbandingan alternatif dan normalisasinya.

Tabel 5. Matriks perbandingan kriteria cara pembayaran

	S1	S2	S3	...	S14	S15
S1	1,00	0,33	0,33	...	0,50	0,50
S2	3,00	1,00	1,00	...	2,00	2,00
S3	3,00	1,00	1,00	...	2,00	2,00
...
S14	2,00	0,50	0,50	...	1,00	1,00
S15	2,00	0,50	0,50	...	1,00	1,00
jml	30,00	9,65	9,65	...	17,50	17,50

Tabel 6.. Matriks normalisasi perbandingan kriteria Cara pembayaran

	S1	S2	...	S15	Rata-rata
S1	0,0333	0,0342	...	0,0286	0,0323
S2	0,1000	0,1036	...	0,1143	0,1056
S3	0,1000	0,1036	...	0,1143	0,1056
...
S14	0,0667	0,0518	...	0,0571	0,0593
S15	0,0667	0,0518	...	0,0571	0,0593
					1,0000

dan seterusnya hingga ketigabelas kriteria penilaian terdapat semua matriks perbandingan kriteria dan matriks normalisasi perbandingan kriteria.

6. Menggabungkan nilai rata-rata dari matriks normalisasi perbandingan kriteria serta menghitung bobot

Tabel 7. Matriks normalisasi kriteria

	CP	H	...	BT	JT
S1	0,0323	0,1148	...	0,1278	0,0473
S2	0,1056	0,0335	...	0,0746	0,0839
S3	0,1056	0,1752	...	0,1278	0,0473
...
S13	0,0593	0,0622	...	0,042	0,0839
S14	0,0593	0,0622	...	0,0252	0,0275
S15	0,0593	0,0622	...	0,0746	0,0839
BOBOT	0,0425	0,1406	...	0,0804	0,0428

7. menghitung perkalian nilai rata-rata dengan bobot

Tabel 8. Menghitung nilai rata-rata x bobot

	CP	H	...	JT	JUMLAH
S1	0,00137	0,01614	...	0,00202	0,07209
S2	0,00449	0,00471	...	0,00359	0,07420
S3	0,00449	0,02463	...	0,00202	0,09170
...
S13	0,00252	0,00875	...	0,00359	0,05396
S14	0,00252	0,00875	...	0,00118	0,04770
S15	0,00252	0,00875	...	0,00359	0,06305

8. Mengubah skala AHP dalam bentuk bilangan fuzzy

Data dalam bentuk skala AHP diionversikan ke dalam bilangan TFN. Transformasi skala AHP dalam bilangan TFN ditunjukkan pada tabel 9

Tabel 9. Transformasi skala AHP dalam TFN

	CP			H			...			JT			l	m	u
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u			
CP	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	...	...	...	1,00	1,00	1,00	10,17	12,00	17,00
H	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	...	...	...	1,00	1,50	2,00	11,00	16,00	21,00
D	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	2,00	...	...	...	0,50	1,00	1,50	9,00	13,00	19,00
JP	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	...	...	...	1,00	1,50	2,00	11,00	16,00	21,00
WP	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	...	...	...	1,00	1,00	1,00	10,17	12,00	17,00
KT	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	...	...	...	1,00	1,00	1,00	10,17	12,00	17,00
K	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	2,00	...	...	...	0,50	1,00	1,50	9,00	13,00	19,00
IP	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	2,00	...	...	...	0,50	1,00	1,50	9,00	13,00	19,00
LK	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	...	...	...	1,00	1,00	1,00	10,17	12,00	17,00
KP	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	...	...	...	1,00	1,50	2,00	11,00	16,00	21,00
TK	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	...	...	...	1,00	1,00	1,00	10,17	12,00	17,00
BT	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	2,00	...	...	...	0,50	1,00	1,50	9,00	13,00	19,00
JT	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	...	...	...	1,00	1,00	1,00	10,17	12,00	17,00
													130,00	172,00	241,00

. Menghitung nilai sintesis fuzzy

Setelah nilai jumlah baris dan kolom diperoleh, selanjutnya menggunakan persamaan 1. diperoleh sintesis fuzzy masing – masing kriteria (SK_i) dimana $i = 1, 2, 3, \dots, 13$.

$$SK_1 = (10,17; 12; 17) \times (1/241; 1/172; 1/130,02) \\ = (0,0422; 0,0698; 0,1308)$$

$$SK_2 = (11; 16; 21) \times (1/241; 1/172; 1/130,02) \\ = (0,0456; 0,0930; 0,1615)$$

$$SK_3 = (9; 13; 19) \times (1/241; 1/172; 1/130,02)$$

$$= (0,0373; 0,0756; 0,1462)$$

dan seterusnya hingga

$$SK_{13} = (10,17; 12; 17) \times (1/241; 1/172; 1/130,02) \\ = (0,0422; 0,0698; 0,1308)$$

Perhitungan nilai sintesis *fuzzy* dilakukan sampai SK_{13} dan hasilnya dapat disimpulkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Sintesis *Fuzzy* (SK_i)

Kriteria	Si		
	L	M	U
SK1	0,0422	0,0698	0,1308
SK2	0,0456	0,0930	0,1615
SK3	0,0373	0,0756	0,1462
SK4	0,0456	0,0930	0,1615
SK5	0,0422	0,0698	0,1308
SK6	0,0422	0,0698	0,1308
SK7	0,0373	0,0756	0,1462
SK8	0,0373	0,0756	0,1462
SK9	0,0422	0,0698	0,1308
SK10	0,0456	0,0930	0,1615
SK11	0,0422	0,0698	0,1308
SK12	0,0373	0,0756	0,1462
SK13	0,0422	0,0698	0,1308

10. Menghitung Nilai Vektor (V), Nilai Ordinat Defuzzifikasi (d'), dan Bobot Global (GW_i) Kriteria

Proses ini menerapkan pendekatan *fuzzy* yaitu fungsi implikasi minimum (min) *fuzzy*. Setelah dilakukan perbandingan nilai sintesis *fuzzy*, akan diperoleh nilai ordinat *defuzzifikasi* (d') yaitu nilai d' minimum. Berdasarkan tabel 10 dan persamaan 4, maka diperoleh nilai vektor dan nilai ordinat *defuzzifikasi* dari masing – masing kriteria seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai Vektor (V) dan *defuzzifikasi* (d')

	$d'(SK_i)$				Total
	SK1	SK2	...	SK13	
VSK _i	1,000	1,242	...	1,000	11,121
	0,785	1,000	...	0,785	
	0,941	1,163	...	0,941	
	0,803	1,000	...	0,803	
	1,000	1,242	...	1,000	
	1,000	1,242	...	1,000	
	0,941	1,163	...	0,941	
	0,941	1,163	...	0,941	
	1,000	1,242	...	1,000	
	0,785	1,000	...	0,785	
	1,000	1,242	...	1,000	
	0,941	1,163	...	0,941	
	1,000	1,242	...	1,000	
W'	0,785	1,000	...	0,785	11,121
Gw _{ki}	0,071	0,090	...	0,071	1,000

11. Tentukan bobot kriteria dan bobot supplier yang ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Tabel bobot kriteria dan bobot supplier

	S1	S2	...	S14	S15
CP	0,00426	0,00533	...	0,00447	0,00447
H	0,00747	0,00684	...	0,00549	0,00549
D	0,00616	0,00493	...	0,00493	0,00493
JP	0,00594	0,00630	...	0,00495	0,00630
WP	0,00391	0,00667	...	0,00391	0,00426
KT	0,00327	0,00568	...	0,00327	0,00419
K	0,00501	0,00454	...	0,00501	0,00539
IP	0,00516	0,00347	...	0,00424	0,00578
LK	0,00525	0,00525	...	0,00454	0,00412
KP	0,00486	0,00810	...	0,00666	0,00486
TK	0,00632	0,00454	...	0,00454	0,00454
BT	0,00624	0,00539	...	0,00400	0,00539
JT	0,00454	0,00511	...	0,00383	0,00511
JML	0,06838	0,07216	...	0,05984	0,06483

12. Lakukan perankingan

Tabel 13. Hasil perankingan supplier

Supplier	Nilai	Rangking
S6	0,0764980	1
S3	0,0728310	2
S5	0,0722430	3
S2	0,0721550	4
S4	0,0709600	5
S7	0,0709230	6
S8	0,0696800	7
S1	0,0683790	8
S15	0,0648290	9
S12	0,0629270	10
S10	0,0621840	11
S13	0,0605300	12
S9	0,0603710	13
S14	0,0598380	14
S11	0,0593620	15

HASIL DAN PEMBAHASAN

CV Sumber Arafat memiliki kebutuhan 5 (lima) supplier. Dari hasil perankingan 15 (lima belas) calon supplier dibandingkan dengan data awal penghitungan hasil survey yang terdapat pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil survey penilaian calon supplier

Supplier	CP	H	D	...	BT	JT	Σ
S6	5	3	4	...	3	4	52
S3	4	5	4	...	5	3	48
S4	4	3	5	...	4	3	47
S5	3	2	3	...	4	5	47
S7	2	3	2	...	5	5	46
S2	4	2	3	...	4	4	45

Supplier	CP	H	D	...	BT	JT	Σ
S8	3	3	4	...	3	3	45
S1	2	4	5	...	5	3	43
S15	3	3	3	...	4	4	42
S10	2	3	4	...	2	2	38
S12	2	3	3	...	2	2	37
S13	3	3	4	...	3	4	36
S11	3	3	4	...	3	2	35
S9	2	1	2	...	4	4	35
S14	3	3	3	...	2	2	34

Hasil uji coba sistem diprosentasekan sebagai berikut :

$$= \frac{\Sigma \text{supplier yang lolos}}{\text{jumlah supplier yang direkomendasikan}} \times 100\%$$

$$\frac{4}{5} \times 100\% = 80\%$$

Jadi prosentase hasil perhitungan dengan metode FAHP dibandingkan dengan penghitungan manual yaitu 80%.

SIMPULAN

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode FAHP, Supplier S6 mendapatkan nilai tertinggi 0,0764980 dan Supplier S11 mendapatkan nilai terendah 0,0593620.
2. Metode FAHP dapat digunakan untuk menentukan pemilihan supplier dengan prosentase 80% jika dibandingkan dengan perhitungan manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Chan, F.T.S. and Kumar, N. 2007. Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach, *Omega*, Vol. 35, No. 4, pp.417–431.
- Chang, D. Y., 1996. *Aplication of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP*. *European Journal of Operational Research* 95, 649-655.
- Dubois, D. and Prade, H. 1980. *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*. New York: Academic Press.
- Jasril. 2011. *Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik Menggunakan Metode Fuzzy AHP*, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, ISSN: 1907-5022, Yogyakarta, hal. F36 – F43.
- Saaty, L.T. 1998. *Multicriteria Desicion Making : The Analytic Hierarchy Process*. America: Eta Service Ltd.
- Tang, Y.C & Lin, T.W, 2011. Application of the fuzzy analytic hierarchy process to the lead-free equipment selection decision, *Int. J. Business and Systems Research*, Vol. 5, No. 1, 2011, pp 35 -56.
- Zhu, K.J., Jing, Y. and Chang, D.Y. 1999. 'A discussion on extent analysis method and applications of fuzzy AHP', *European Journal of Operational Research*, Vol. 116, No. 3, pp.450–456
- Zimmermann, H.J. 1996. *Fuzzy Set Theory and its Application* (3rd ed.). Dordercht: Kluwer Academic.